

# OFDM COMMUNICATION APPARATUS

**Publication number:** JP2000151548 (A)

**Publication date:** 2000-05-30

**Inventor(s):** ISHIKAWA KIMIHIKO

**Applicant(s):** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

- **international:** H04L27/00; H04J11/00; H04L7/00; H04L27/00; H04L27/00; H04J11/00; H04L7/00;  
H04L27/00; (IPC1-7): H04L27/00; H04J11/00; H04L7/00

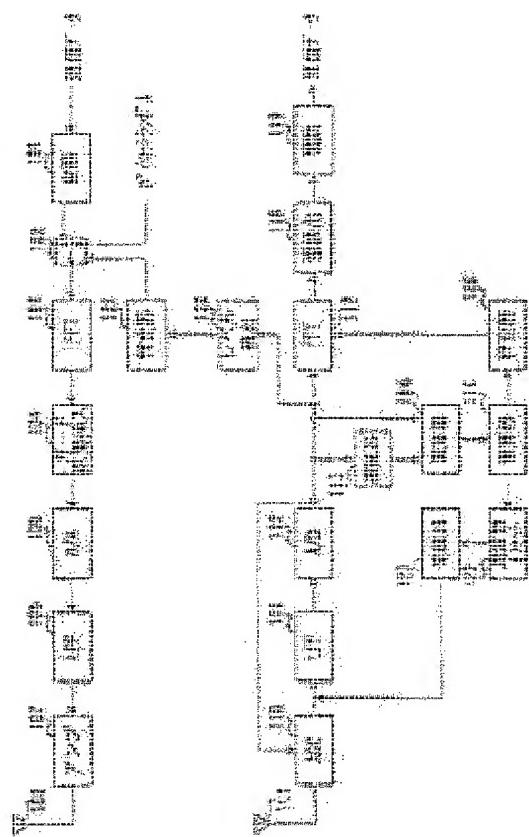
- **European:**

**Application number:** JP19980315127 19981105

**Priority number(s):** JP19980315127 19981105

## Abstract of JP 2000151548 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To stably conduct the orthogonal frequency division multiplex OFDM communication. **SOLUTION:** A base band signal is sent to a level detection section 120, where a level of the signal is detected. The detected reception level is fed to a discrimination device 121, where the level is discriminated with a prescribed threshold value. That is, the detected level is compared with a prescribed threshold value. When the level is lower than the threshold value, it is discriminated that an environment of a transmission path is wrong and a pilot symbol is inserted. Thus, the a prescribed device 121 gives an instruction of insertion of a symbol to a pilot symbol insert section 102 and the pilot symbol is inserted to transmission data. The insertion of the symbol is controlled in this way so as to vary number N of symbols between the pilot symbols and the system can cope with the environment of the transmission channel.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

Claims:

1. An OFDM communication device comprising:
  - a transmitter including an addition means for adding a synchronous symbol and a phase reference symbol, which is a signal same as the synchronous symbol, to an effective symbol, and a control means for performing a control to adaptively insert the synchronous symbol based on symbol insertion information; and
    - a receiver including a delay means for unit symbol delaying a reception signal, a correlation means for taking a correlation between the reception signal and the unit symbol delayed reception signal, and a synchronous means for taking a symbol synchronization by performing a threshold value determination on the result of the correlation.
2. The OFDM communication device according to claim 1, further comprising:
  - a speed measurement means for measuring a speed of a communication counterpart by extracting a speed parameter from the reception signal; and
    - a symbol insertion information transmitting means for transmitting the symbol insertion information to the control means when the measured speed is greater than a predetermined threshold value.
3. The OFDM communication device according to claim 1, further comprising:
  - a level detection means for detecting a level of the reception signal; and
    - a symbol insertion information transmitting means for transmitting the symbol insertion information to the control means when the detected level is lower than or equal to a predetermined threshold value.

[0041]

The baseband signal is transmitted to a level detector 120 at where level detection is performed. The detected reception level is transmitted to a determination unit 121 at where the threshold value determination is made. In other words, the detected level value and a predetermined threshold value are compared, where the environment of the transmission path is determined as bad when the level value is lower than a threshold value, and a pilot symbol is inserted. Therefore, an instruction of symbol insertion is provided from the determination unit 121 to a pilot symbol insertion unit 102, and the pilot symbol is inserted to the transmission data. The symbol insertion is thus controlled to adapt to the transmission path environment with a number of symbols N between the pilot symbols shown in Fig. 2 being variable.

[0042]

The A/D conversion processed baseband signal is subjected to the FFT process from the FFT process start timing in the FFT unit 117, so that a signal assigned to each subcarrier is obtained. Such signal is transmitted to a distortion detector 118, and equalization is performed based on the distortion detection result on the pilot symbol (until the next pilot symbol). The equalized signal is transmitted to a demodulator 119 at where synchronous detection process is performed to obtain a demodulated signal.

[0043]

In the OFDM communication device of the present embodiment, the pilot symbol normally inserted for every defined symbol is adaptively inserted when the reception level degrades. The equalization distortion value and the frequency off-set correction value are updated based on the adaptively inserted pilot symbol. Therefore, even if the transmission path environment becomes bad, correction that complies with such environment can be rapidly performed on the communication parameter. The OFDM communication can be stably performed as a result even if the state of the transmission path fluctuates.

[0044]

In the present embodiment, a case of detecting the reception level and inserting the pilot symbol based on the detection result is described, but the present invention is also applicable to a case of inserting the pilot symbol based on the result of the reception quality such as bit error rate and SIR of the reception signal.

[0045]

(Second embodiment)

---

Fig. 3 is a block diagram showing a configuration of an OFDM communication device according to a second embodiment of the present invention. In Fig. 3, reference

numerals same as Fig. 1 are denoted for the portions same as Fig. 1, and the detailed description thereof will be omitted.

[0046]

In the present embodiment, a case of measuring the speed when the communication counterpart is moving at high speed, inserting the pilot symbol when the measured speed becomes greater than or equal to a predetermined speed, and adaptively updating the communication parameter will be described.

[0047]

In the OFDM communication device shown in Fig. 3, the baseband signal obtained by performing wireless reception process on the reception signal is transmitted to a speed parameter extracting unit 301 at where the parameter necessary for measuring the speed of the communication counterpart is extracted. The parameter is transmitted to a speed measurement unit 302 at where the speed measurement is performed. The measured speed is transmitted to a determination unit 303 and compared with a predetermined threshold value, and an instruction to insert the pilot symbol is transmitted to the pilot symbol insertion unit 102 when the speed becomes greater than a predetermined threshold value.

[0048]

The operation of the OFDM communication device having the above-described configuration will now be described. The process of transmitting the transmission data from the antenna 108 is similar to the first embodiment. The process of obtaining the reception data from the signal received from the antenna 109 is also similar to the first embodiment. The received signal is divided to an in-phase component and an orthogonal component by an orthogonal detector (not shown) and respectively processed, but this is represented with one path in the figure. The method of establishing a symbol synchronization using the pilot symbol for the baseband signal is also similar to the first embodiment.

[0049]

The baseband signal is transmitted to the speed parameter extracting unit 301 at where the speed parameter is extracted. The speed parameter refers to the parameter necessary for measuring the speed of the communication counterpart, and includes Doppler frequency and the like.

[0050]

The extracted speed parameter is transmitted to the speed measurement unit 302 at where the speed of the communication counterpart is measured. The information on speed is transmitted to the determination unit 303 at where the threshold

value determination is performed. In other words, the measured speed and the predetermined threshold value are compared, where the environment of the transmission path is determined as drastically changing when the level value is greater than the threshold value, and the pilot symbol is inserted. Therefore, an instruction of symbol insertion is provided from the determination unit 303 to a pilot symbol insertion unit 102, and the pilot symbol is inserted to the transmission data. The control of the symbol insertion is performed in such manner to adapt to the transmission path environment with a number of symbols N between the pilot symbols shown in Fig. 2 being variable.

[0051]

Therefore, in the OFDM communication device of the present embodiment, the pilot symbol normally inserted for every defined symbol is adaptively inserted when the communication counterpart is moving at high speed. The equalization distortion value and the frequency off-set correction value are updated based on the adaptively inserted pilot symbol. Therefore, even if the transmission path environment drastically changes, correction that complies with such environment can be rapidly performed on the communication parameter. The OFDM communication can be stably performed as a result even if the state of the transmission path fluctuates.

[0052]

(Third embodiment)

Fig. 4 is a block diagram showing a configuration of an OFDM communication device according to a third embodiment of the present invention. In Fig. 4, reference numerals same as Fig. 1 are denoted for the portions same as Fig. 1, and the detailed description thereof will be omitted.

[0053]

In the present embodiment, a case of inserting the pilot symbol and adaptively updating the communication parameter when determined that the reception level on the communication counterpart side is degraded and the instruction to insert the pilot symbol is made will be described.

[0054]

In the OFDM communication device shown in Fig. 4, the symbol insertion information from the communication counterpart is input to the pilot symbol insertion unit 102. The symbol insertion information can be extracted from the reception signal.

[0055]

---

The operation of the OFDM communication device having the above-described configuration will now be described. The process of transmitting the transmission data

from the antenna 108 is similar to the first embodiment. The process of obtaining the reception data from the signal received from the antenna 109 is also similar to the first embodiment. The received signal is divided to an in-phase component and an orthogonal component by an orthogonal detector (not shown) and respectively processed, but this is represented with one path in the figure. The method of establishing a symbol synchronization using the pilot symbol for the baseband signal is also similar to the first embodiment.

[0056]

The communication counterpart side detects the reception level, and the communication counterpart transmits the symbol insertion information indicating that insertion of the pilot symbol is necessary when determined that the reception level is degrading. The symbol insertion information is received, and such symbol insertion information is input to the pilot symbol insertion unit 102. Therefore, the pilot symbol is inserted to the transmission data according to the symbol insertion information. The control of the symbol insertion is performed in such manner to adapt to the transmission path environment with a number of symbols N between the pilot symbols shown in Fig. 2 being variable.

[0057]

Therefore, in the OFDM communication device of the present embodiment, the pilot symbol normally inserted for every defined symbol is adaptively inserted when determined that the reception level is degrading on the communication counterpart side and the instruction to insert the pilot symbol is received. The equalization distortion value and the frequency off-set correction value are updated based on the adaptively inserted pilot symbol. Therefore, even if the transmission path environment becomes bad, correction that complies with such environment can be rapidly performed on the communication parameter. The OFDM communication can be stably performed as a result even if the state of the transmission path fluctuates.

[0058]

The OFDM communication device of the present invention can be applied to a communication terminal device such as a mobile station device and a base station device in the wireless communication system.

[0059]

In the first to the third embodiments, a case of performing synchronous detection using the pilot symbol as a phase reference symbol in demodulation has been described, but the present invention can also be applied to a case of performing delay detection using the reference symbol. In this case, the delay detection process is

JP2000-151548

performed in place of the synchronous detection process in the demodulator 119.  
[0060]

The present invention is not limited to the first to the third embodiments described above, and may be variously modified and implemented. The first to the third embodiments can be appropriately combined and implemented.

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-151548

(P2000-151548A)

(43)公開日 平成12年5月30日(2000.5.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
 H 04 J 11/00  
 H 04 L 7/00  
 // H 04 L 27/00

識別番号

F I  
 H 04 J 11/00  
 H 04 L 7/00  
 27/00

マークト(参考)  
 Z 5 K 0 0 4  
 F 5 K 0 2 2  
 Z 5 K 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願平10-315127

(22)出願日 平成10年11月5日(1998.11.5)

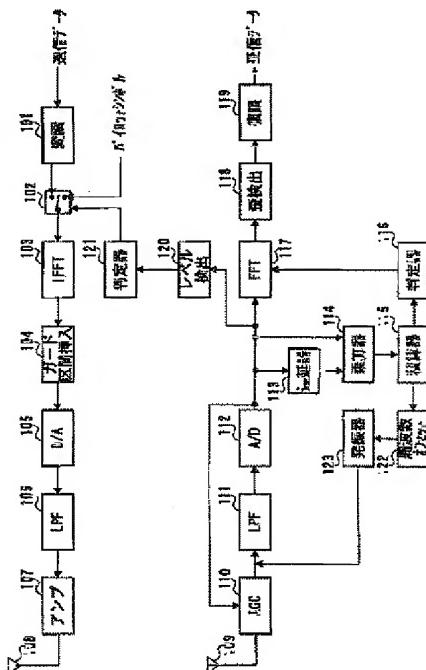
(71)出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (72)発明者 石川 公彦  
 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
 号 松下通信工業株式会社内  
 (74)代理人 100105050  
 弁理士 鶴田 公一  
 Fターム(参考) 5K004 AA01 BA02 BC00 BD00  
 5K022 DD13 DD17 DD18 DD19 DD22  
 DD42  
 5K047 AA02 AA03 BB01 CC01 EE02  
 EE04 GG11 HH03 HH15 HH42  
 HH55 MM36

(54)【発明の名称】 OFDM通信装置

## (57)【要約】

【課題】 OFDM通信を安定して行なうことができる。

【解決手段】 ベースバンド信号は、レベル検出部120に送られ、そこでレベル検出が行われる。この検出された受信レベルは、判定器121に送られて、そこでしきい値判定される。すなわち、検出されたレベル値と所定のしきい値とが比較され、レベル値がしきい値を下回るときには、伝送路の環境が悪いと判断してパイラットシンボルを挿入するようになる。したがって、判定器121からパイラットシンボル挿入部102にシンボル挿入の指示が与えられ、送信データにパイラットシンボルが挿入される。このように、シンボル挿入の制御を行なって、パイラットシンボル間のシンボル数Nを可変として、伝送路環境に適応できるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを有効シンボルに付加する付加手段、並びにシンボル挿入情報に基づいて前記同期用シンボルを適応的に挿入する制御を行なう制御手段を有する送信機と、受信信号を単位シンボル遅延させる遅延手段、前記受信信号と単位シンボル遅延した受信信号との間の相関をとる相関手段、及び前記相関の結果についてしきい値判定を行なうことによりシンボル同期をとる同期手段を有する受信機と、を具備することを特徴とするO F D M通信装置。

【請求項2】 受信信号から速度パラメータを抽出して通信相手の速度を測定する速度測定手段と、測定された速度が所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を前記制御手段に送るシンボル挿入情報送信手段と、を具備することを特徴とする請求項1記載のO F D M通信装置。

【請求項3】 受信信号のレベルを検出するレベル検出手段と、検出されたレベルが所定のしきい値以下であるときにシンボル挿入情報を前記制御手段に送るシンボル挿入情報送信手段と、を具備することを特徴とする請求項1記載のO F D M通信装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかに記載のO F D M通信装置を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項5】 請求項1から請求項3のいずれかに記載のO F D M通信装置を備えたことを特徴とする通信端末装置。

【請求項6】 同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを有効シンボルに付加する工程、並びにシンボル挿入情報に基づいて前記同期用シンボルを適応的に挿入する制御を行なう工程を有する送信工程と、受信信号を単位シンボル遅延させる工程、前記受信信号と単位シンボル遅延した受信信号との間の相関をとる工程、及び前記相関の結果についてしきい値判定を行なうことによりシンボル同期をとる工程を有する受信工程と、を具備することを特徴とするO F D M通信方法。

【請求項7】 受信信号から速度パラメータを抽出して通信相手の速度を測定する工程と、測定された速度が所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を出力する工程と、を具備することを特徴とする請求項6記載のO F D M通信方法。

【請求項8】 受信信号のレベルを検出する工程と、検出されたレベルが所定のしきい値以下であるときにシンボル挿入情報を出力する工程と、を具備することを特徴とする請求項6記載のO F D M通信方法。

【請求項9】 前記シンボル挿入情報は、通信相手から送信されることを特徴とする請求項6記載のO F D M通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線通信システムにおいて使用されるO F D M通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在の地上波の伝送路における伝送特性の劣化の主な要因は、マルチパス妨害である。このマルチパス妨害に対して強いO F D M(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)伝送方式が近年注目されている。このO F D Mは、ある信号区間で互いに直交する多数(数十～数百)のデジタル変調波を多重する方式である。

【0003】このO F D M伝送方式においては、位相基準となるパイロットシンボルなどによりシンボル同期や周波数同期などの初期同期を行ない、初期同期で得られたタイミングで以降のF F T(Fast Fourier Transform)を行なう。また、初期同期で得られた情報に基づいて周波数オフセット値を補正する。さらに、パイロットシンボルの歪み検出値から以降のデータ(次のパイロットシンボルまで)の等化を行なう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通信相手が高速で移動するなど、伝送路状態が変動すると、次のパイロットシンボルまでの間に周波数オフセット値の補正やデータの等化の条件が異なってしまい、正確に補正や等化を行なうことができなくなることがある。このように正確に周波数オフセット値の補正やデータの等化を行なうことができないと、O F D M通信を安定して行なうことができない。

【0005】

【0005】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができるO F D M通信装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルをシンボル挿入情報に基づいて適応的に挿入するようしている。

【0007】

【0007】すなわち、本発明は、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを有効シンボルに付加する付加手段、並びにシンボル挿入情報に基づいて前記同期用シンボルを適応的に挿入する制御を行なう制御手段を有する送信機と、受信信号を単位シンボル遅延させる遅延手段、前記受信信号と単位シンボル遅延した受信信号との間の相関をとる相関手段、及び前記相関の結果についてしきい値判定を行なうことによりシンボル同期をとる同期手段を有する受信機と、を具備することを特徴とするO F D M通信装置を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態に係るO F D M通信装置は、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを有効シンボルに付加する付加手段、並びにシンボル挿入情報に基づいて前記同期用シンボルを適応的に挿入する制御を行なう制御手段を有する送信機と、受信信号を単位シンボル遅延させる遅延手段、前記受信信号と単位シンボル遅延した受信信号との間の相関をとる相関手段、及び前記相関の結果についてしきい値判定を行なうことによりシンボル同期をとる同期手段を有する受信機と、を具備する構成を探る。

【0009】この構成によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルをシンボル挿入情報に基づいて適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が悪くなても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0010】本発明の第2の実施の形態に係るO F D M通信装置は、第1の態様において、受信信号から速度パラメータを抽出して通信相手の速度を測定する速度測定手段と、測定された速度が所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を前記制御手段に送るシンボル挿入情報送信手段と、を具備する構成を探る。

【0011】この構成によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを、通信相手が高速で移動しているときに適応的に挿入するようにしているので、伝送路環境が急激に変化しても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0012】本発明の第3の実施の形態に係るO F D M通信装置は、第1の態様においては、受信信号のレベルを検出するレベル検出手段と、検出されたレベルが所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を前記制御手段に送るシンボル挿入情報送信手段と、を具備する構成を探る。

【0013】この構成によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを受信レベルが劣化したときに適応的に挿入するようにしているので、伝送路環境が悪くなっても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0014】本発明の第4の実施の形態に係る基地局装置は、第1から第3のいずれかの態様のO F D M通信装置を備えたことを特徴とする。本発明の第5の実施の形態に係る通信端末装置は、第1から第3のいずれかの態

様のO F D M通信装置を備えたことを特徴とする。

【0015】これらの構成によれば、無線通信システムにおいて、伝送路環境に対応できる基地局装置や移動局装置のような通信端末装置を提供することができる。

【0016】本発明の第6の実施の形態に係るO F D M通信方法は、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを有効シンボルに付加する工程、並びにシンボル挿入情報に基づいて前記同期用シンボルを適応的に挿入する制御を行なう工程を有する送信工程と、受信信号を単位シンボル遅延させる工程、前記受信信号と単位シンボル遅延した受信信号との間の相関をとる相関工程、及び前記相関の結果についてしきい値判定を行なうことによりシンボル同期をとる同期手段を有する受信工程と、を具備する。

【0017】この方法によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルをシンボル挿入情報に基づいて適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が悪くなても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0018】本発明の第7の実施の形態に係るO F D M通信方法は、第6の態様において、受信信号から速度パラメータを抽出して通信相手の速度を測定する工程と、測定された速度が所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を出力する工程と、を具備する。

【0019】この方法によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを、通信相手が高速で移動しているときに適応的に挿入するようにしているので、伝送路環境が急激に変化しても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0020】本発明の第8の実施の形態に係るO F D M通信方法は、第6の態様において、受信信号のレベルを検出する工程と、検出されたレベルが所定のしきい値を超えたときにシンボル挿入情報を出力する工程と、を具備する。

【0021】この方法によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを受信レベルが劣化したときに適応的に挿入するようにしているので、伝送路環境が悪くなっても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0022】本発明の第9の実施の形態に係るO F D M通信方法は、第6の態様において、前記シンボル挿入情報が、通信相手から送信される。

【0023】この方法によれば、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを、通信相手側で受信レベルが劣化していると判断し、パイロットシンボルを挿入する旨の指示を受けたときに、適応的に挿入するようにしているので、伝送路環境が悪くなても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、OFDM通信を安定して行なうことができる。

【0024】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。

【0025】まず、各サブキャリア毎の送信データは、変調部101で、例えば、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)やQAM(Quadrature Amplitude Modulation)などでディジタル変調処理された後、パイロットシンボル挿入部102で同期用シンボルであるパイロットシンボル(位相基準シンボル)が付加される。

【0026】パイロットシンボルが挿入された信号は、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)部103でIFFT演算されてOFDM信号となる。このOFDM信号は、ガード区間挿入部104でガードインターバルが挿入される。ガードインターバルが挿入された信号は、D/A変換部105でD/A変換されてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、ローパスフィルタ(LPF)106で不要成分を除去した後に、アンプ107で増幅されて送信信号としてアンテナ108を介して送信される。

【0027】一方、アンテナ109を介して受信された信号は、自動利得制御部(AGC)110で利得制御されてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、直交検波処理された後にLPF111で不要周波数成分が除去され、A/D変換部112でA/D変換される。なお、直交検波処理により受信信号は同相成分と直交成分に分かれるが図面では一つの信号経路としている。

【0028】このベースバンド信号は、FFT(Fast Fourier Transform)部117でFFT演算されて、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。このとき、ベースバンド信号は、遅延器113により遅延されて乗算器114に送られて複素乗算処理され、その乗算結果が積算器115で積算される。そして、積算結果が、判定器116に送られて、しきい値判定される。そして、この判定結果がFFT部117に送られる。また、積算結果は、周波数オフセット部122に送られ、周波数オフセット値が補正され、その補正值が発振器123に送られる。

【0029】FFT部117でFFT演算された信号は、歪検出部118でパイロットシンボルから求められた歪み検出値にしたがって等化処理される。さらに、こ

の信号は、復調部119でパイロットシンボルを用いて同期検波されて受信データとなる。

【0030】また、ベースバンド信号は、レベル検出部120に送られ、レベル検出が行われ、そのレベル検出結果が判定器121に送られる。判定器121では、検出結果と所定のしきい値とが比較され、検出結果が所定のしきい値以下である場合に、パイロットシンボル挿入部102にパイロットシンボルを挿入する旨の指示を送る。

【0031】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について説明する。変調部101でディジタル変調された信号には、パイロットシンボル挿入部102で2シンボルのパイロットシンボルが挿入される。このパイロットシンボル挿入部102は、スイッチで構成されており、パイロットシンボルを挿入する旨の制御信号が入力されたときにスイッチが切り換わり、パイロットシンボルを挿入するようになっている。

【0032】このようにパイロットシンボルが挿入された信号は、IFFT部103に送られ、IFFT演算される。すなわち、IFFT部103では、周波数軸において位相と振幅の情報を含む複素数データを各シンボル期間ごとに時間軸上へIFFT変換することにより、時間軸上の信号波形を得る。

【0033】次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部104でガードインターバル(ガード区間)が挿入される。具体的には、有効シンボルの後端部の一部の波形をガードインターバルとして挿入する。このように、遅延時間を許容するガードインターバルを挿入することにより、ビット誤り率の増加を抑えることができ、耐マルチパス性を向上させることができる。

【0034】次いで、このようにガードインターバルを挿入した信号は、D/A変換部105でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、LPF106で不要成分が除去され、アンプ107で増幅され、アンテナ108から送信される。

【0035】一方、アンテナ109から受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。すなわち、受信信号は、AGC部110で利得制御される。この利得制御は、受信信号のAGC用シンボルに基づいて行われる。また、受信信号は、LPF111で不要周波数成分が除去され、A/D変換部112でA/D変換されてベースバンド信号となる。なお、上述したように、受信信号は、図示しない直交検波器で同相成分と直交成分に分けられてそれぞれ処理されるが、図においては、一つの経路で表わしている。

【0036】ここで、ベースバンド信号については、パイロットシンボルを用いてシンボル同期を確立する。以下、このシンボル同期について説明する。

【0037】まず、FFT演算前のベースバンド信号と、FFT処理前の信号を遅延器113で、例えば1シンボルだけ遅延させた信号とを乗算器114に送り、そこで複素乗算処理を行なう。

【0038】次いで、乗算部114の出力を積算部115に送り、複素乗算結果を積算する。ここで、パイロットシンボルは、2シンボル続いているので、両者の積算結果は、単位シンボル（ここでは1シンボル）遅延させた信号のパイロットシンボルでピークを生じる。したがって、積算結果がしきい値を超えるタイミングを検出することによって、シンボル同期を確立することができる。

【0039】したがって、積算器115の出力である積算結果を判定器116に送り、そこで所定のしきい値との間で大小判定を行なう。これにより、積算結果に対するしきい値判定がなされ、しきい値を超えたタイミングをFFT部117におけるFFT処理開始タイミングとすることができる。このようにして、送信側と受信側とでシンボル同期を合わせてFFTを開始するようにタイミングを取り。

【0040】また、積算器115で得られた積算結果は、周波数オフセット部122に送られて、そこで積算結果に基づいて周波数オフセット値が補正される。この補正に基づいて発振器123が制御される。

【0041】一方、ベースバンド信号は、レベル検出部120に送られ、そこでレベル検出が行われる。この検出された受信レベルは、判定器121に送られて、そこでしきい値判定される。すなわち、検出されたレベル値と所定のしきい値とが比較され、レベル値がしきい値を下回るときには、伝送路の環境が悪いと判断してパイロットシンボルを挿入するようになる。したがって、判定器121からパイロットシンボル挿入部102にシンボル挿入の指示が与えられ、送信データにパイロットシンボルが挿入される。このように、シンボル挿入の制御を行なって、図2に示すパイロットシンボル間のシンボル数Nを可変として、伝送路環境に適応できるようにする。

【0042】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部117において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、歪み検出部118に送られ、パイロットシンボルについての歪み検出結果に基づいて（次のパイロットシンボルまで）の等化が行われる。等化後の信号は、復調部119に送られ、そこで同期検波処理されて復調信号となる。

【0043】このように、本実施の形態のOFDM通信装置では、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを受信レベルが劣化したときに適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数

オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が悪くなても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、OFDM通信を安定して行なうことができる。

【0044】なお、本実施の形態においては、受信レベルを検出し、その検出結果に基づいてパイロットシンボルを挿入する場合について説明しているが、本発明は、受信信号のビット誤り率やSIRなどの受信品質の結果に基づいてパイロットシンボルを挿入する場合にも適用することができる。

【0045】（実施の形態2）図3は、本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図3において図1と同じ部分は図1と同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0046】本実施の形態では、通信相手が高速で移動中である場合に、速度を測定して所定速度以上になったときにパイロットシンボルを挿入して、適応的に通信パラメータを更新させる場合について説明する。

【0047】図3に示すOFDM通信装置では、受信信号を無線受信処理することにより得られたベースバンド信号は、速度パラメータ抽出部301に送られ、通信相手の速度測定に必要なパラメータを抽出する。このパラメータが速度測定部302に送られて、速度測定が行われる。測定された速度は、判定器303に送られて所定のしきい値と比較され、速度が所定のしきい値を超える場合に、パイロットシンボル挿入部102にパイロットシンボルを挿入する旨の指示を送る。

【0048】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について説明する。送信データをアンテナ108から送信する処理については、実施の形態1と同様である。また、アンテナ109から受信された信号から受信データを得る処理についても実施の形態1と同様である。なお、受信信号は、図示しない直交検波器で同相成分と直交成分に分けられてそれぞれ処理されるが、図においては、一つの経路で表わしている。また、ベースバンド信号については、パイロットシンボルを用いてシンボル同期を確立する方法についても実施の形態1と同様である。

【0049】一方、ベースバンド信号は、速度パラメータ抽出部301に送られ、そこで速度パラメータが抽出される。ここで、速度パラメータとは、通信相手の速度測定に必要なパラメータをいい、例えばドップラー周波数などが挙げられる。

【0050】この抽出された速度パラメータは、速度測定部302に送られてそこで通信相手の速度が測定される。この速度の情報は、判定器303に送られて、そこでしきい値判定される。すなわち、測定された速度と所定のしきい値とが比較され、レベル値がしきい値を上回るときには、伝送路の環境が急激に変化していると判断

してパイロットシンボルを挿入するようにする。したがって、判定器303からパイロットシンボル挿入部102にシンボル挿入の指示が与えられ、送信データにパイロットシンボルが挿入される。このように、シンボル挿入の制御を行なって、図2に示すパイロットシンボル間のシンボル数Nを可変として、伝送路環境に適応できるようとする。

【0051】このように、本実施の形態のO F D M通信装置では、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを、通信相手が高速で移動しているときに適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が急激に変化しても、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0052】(実施の形態3) 図4は、本発明の実施の形態3に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図である。図4において図1と同じ部分は図1と同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0053】本実施の形態では、通信相手側で受信レベルが劣化したと判断し、パイロットシンボルを挿入するように指示してきたときに、パイロットシンボルを挿入して適応的に通信パラメータを更新させる場合について説明する。

【0054】図4に示すO F D M通信装置では、パイロットシンボル挿入部102に通信相手からのシンボル挿入情報が入力されるようになっている。このシンボル挿入情報は、受信信号から抽出することができる。

【0055】次に、上記構成を有するO F D M通信装置の動作について説明する。送信データをアンテナ108から送信する処理については、実施の形態1と同様である。また、アンテナ109から受信された信号から受信データを得る処理についても実施の形態1と同様である。なお、受信信号は、図示しない直交検波器で同相成分と直交成分に分けられてそれぞれ処理されるが、図においては、一つの経路で表わしている。また、ベースバンド信号については、パイロットシンボルを用いてシンボル同期を確立する方法についても実施の形態1と同様である。

【0056】通信相手側が受信レベルを検出し、そのレベルが劣化していると判断した場合に、通信相手がパイロットシンボルの挿入が必要である旨のシンボル挿入情報を送信する。このシンボル挿入情報を受信してそのシンボル挿入情報をパイロットシンボル挿入部102に入力する。したがって、シンボル挿入情報にしたがって、送信データにパイロットシンボルが挿入される。このように、シンボル挿入の制御を行なって、図2に示すパイロットシンボル間のシンボル数Nを可変として、伝送路

環境に適応できるようにする。

【0057】このように、本実施の形態のO F D M通信装置では、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルを、通信相手側で受信レベルが劣化していると判断し、パイロットシンボルを挿入する旨の指示を受けたときに、適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が悪くとも、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

【0058】本発明のO F D M通信装置は、無線通信システムにおける移動局装置のような通信端末装置及び基地局装置に適用することができる。

【0059】上記実施の形態1～3においては、復調について位相基準シンボルとしてパイロットシンボルを用いた同期検波を行なう場合について説明しているが、本発明は、基準シンボルを用いた遅延検波を行なう場合についても適用することができる。この場合、復調部119においては、同期検波処理の代わりに遅延検波処理がなされる。

【0060】なお、本発明は、上記実施の形態1～3に限定されず、種々変更して実施することが可能である。また、上記実施の形態1～3は、適宜組み合させて実施することが可能である。

#### 【0061】

【発明の効果】以上説明したように本発明のO F D M通信装置は、通常規定シンボル毎に挿入されているパイロットシンボルをシンボル挿入情報に基づいて適応的に挿入するようにしている。このように、適応的に挿入されたパイロットシンボルに基づいて等化用歪み値や周波数オフセット補正值を更新する。したがって、伝送路環境が悪くとも、通信パラメータに対してその環境に応じた修正を迅速に施すことができる。その結果、伝送路状態が変動しても、O F D M通信を安定して行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図2】上記実施の形態に係るO F D M通信装置におけるサブキャリア配置を示す図

【図3】本発明の実施の形態2に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態3に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

#### 【符号の説明】

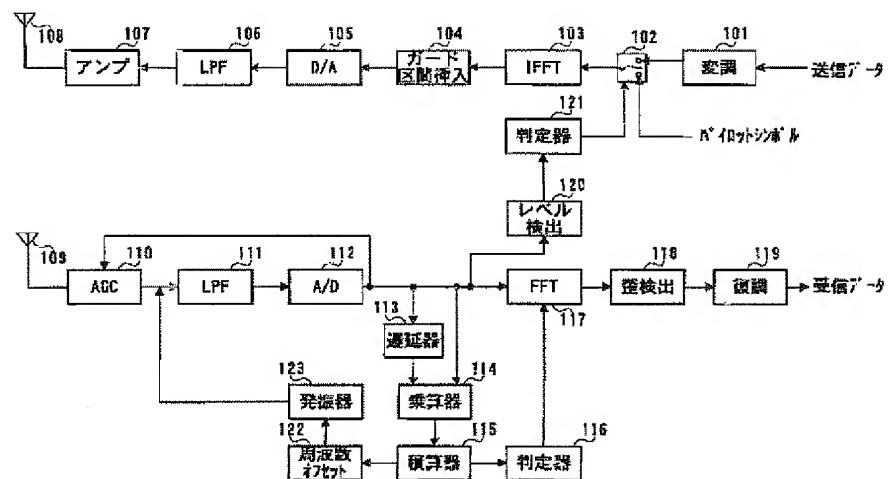
101 变調部

102 パイロットシンボル挿入部

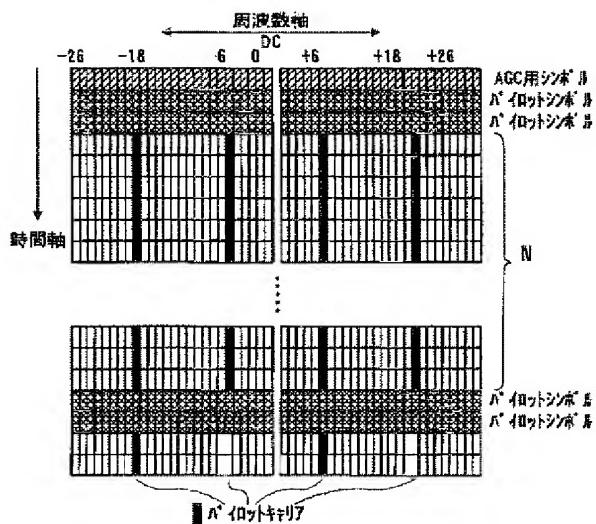
103 I F F T部

104 ガード区間挿入部	116, 121, 303 判定器
105 D/A変換部	117 FFT部
106, 111 LPF	118 歪み検出部
107 アンプ	119 復調部
108, 109 アンテナ	120 レベル検出部
110 AGC部	122 周波数オフセット部
112 A/D変換部	123 発振器
113 遅延器	301 速度パラメータ抽出部
114 乗算器	302 速度測定部
115 積算器	

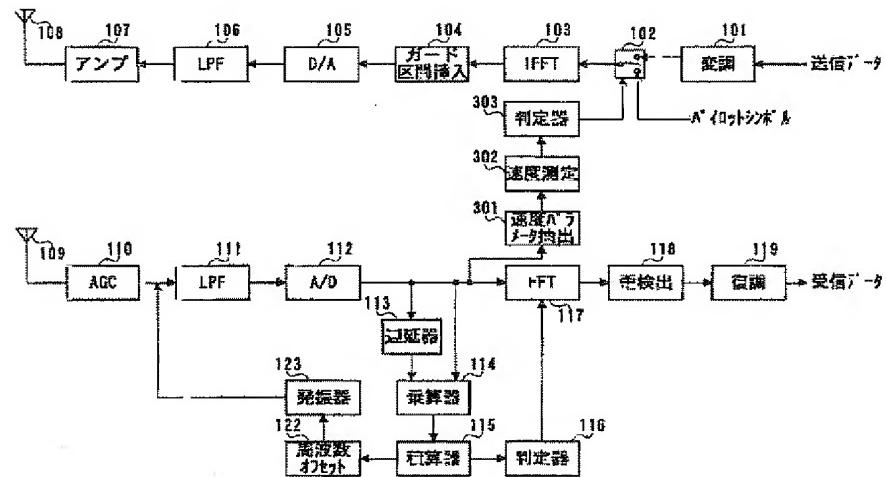
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

